

DE10011568

Publication Title:

Heat exchanger element; has at least two welded plates of reactive transition metal with flow channels formed between plates for heat exchange medium, and joined by electron beam welding under vacuum

Abstract:

Abstract of DE10011568

The element has at least two welded plates (2,3) with flow channels (4) formed between the plates for a heat exchange medium. The plates are made from a reactive metal, i.e. a metal from the transition block of the periodic table, preferably tantalum, a tantalum-tungsten alloy, niobium or a tantalum-niobium alloy. The plates are joined by electron beam welding under vacuum. An Independent claim is included for a method to manufacture the heat exchanger element.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ **Patentschrift**
⑯ **DE 100 11 568 C 1**

⑯ Int. Cl. 7:
F 28 F 21/08
F 28 D 1/02
B 21 D 53/04
B 23 P 15/26

DE 100 11 568 C 1

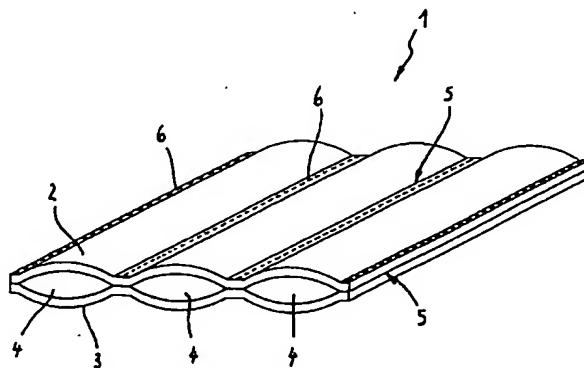
⑯ Aktenzeichen: 100 11 568.3-16
⑯ Anmeldetag: 9. 3. 2000
⑯ Offenlegungstag: -
⑯ Veröffentlichungstag:
der Patenterteilung: 13. 6. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber: GEA Canzler GmbH, 52351 Düren, DE	⑯ Erfinder: Consilius, Wolf-Dieter, Dipl.-Ing., 50170 Kerpen, DE
⑯ Vertreter: Bockermann & Ksoll, Patentanwälte, 44791 Bochum	⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften: NICHTS ERMITTELT

⑯ **Wärmetauscherelement**

⑯ Die Erfindung betrifft ein Wärmetauscherelement, ein sogenanntes Thermoblech (1), welches wenigstens zwei aufeinander gefügte Bleche (2, 3) umfasst. Zwischen den Blechen (2, 3) sind Strömungskanäle (4) zum Durchfluss eines Wärmetauschermediums ausgebildet. Die Bleche (2, 3) bestehen aus einem reaktiven Metall, vorzugsweise Tantal, einer Tantal-Wolfram-Legierung, Niob oder einer Tantal-Niob-Legierung und sind mittels Elektronenstrahl-schweißung unter Vakuum in einer hermetisch abgeschlossenen Kammer gefügt.



DE 100 11 568 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Wärmetauscherelement, welches wenigstens zwei aufeinander gefügte Bleche umfasst, wobei zwischen den Blechen Strömungskanäle zum Durchfluss eines Wärmetauschermediums ausgebildet sind.

Solche Wärmetauscherelemente, fachsprachlich auch als Thermobleche bezeichnet, kommen in unterschiedlichsten industriellen Prozessen zur Anwendung. Sie gewährleisten eine effiziente Wärmeübertragung. Hierbei werden der Strömungskanal bzw. die Strömungskanäle über entsprechend vorzusehende Anschlüsse mit einem flüssigen, dampf- oder gasförmigen Wärmetauschermedium beschickt, welches entweder zur Zu- oder Abführung von Wärme dient. An der Außenfläche der Thermobleche erfolgt dann eine Wärmeübertragung aus dem oder an das eigentliche Prozessmedium. Dieses kann in festem, beispielsweise pulverförmigem, flüssigem, gas- oder dampfförmigem Zustand vorliegen. Der Aggregatzustand des Prozessmediums an der Außenseite des Thermoblechs kann durch die Temperaturzubzw. -abführung unverändert bleiben, so z. B. bei Kühl- oder Heizvorgängen. Er kann sich aber auch verändern, beispielsweise bei der Kondensation, Verdampfung, Kristallisation oder bei Schmelzvorgängen.

Zur Herstellung der Wärmetauscherelemente werden zwei oder mehrere Bleche gleicher Wanddicke oder unterschiedlicher Wanddicke durch Laser- oder Widerstandsschweißung aufeinander verbunden. Die Schweißkonturen innerhalb des Blechpaketes können den jeweiligen Anforderungen gerecht gewählt werden. In der Regel wird unterschieden zwischen Platten mit punktförmigen Mustern und solchen mit definierter Kanalführung. Anschließend werden die Ränder eines Blechpaketes durch eine kontinuierliche Schweißnaht dicht verschlossen. Der Raum zwischen den einzelnen Platten wird durch das Einpressen eines Mediums dauerhaft aufgeweitet. Hierbei kommt es zu einer definierten plastischen Verformung der Bleche zwischen den Schweißnähten und zur Ausbildung der Strömungskanäle. Grundsätzlich können die Konturen der Strömungskanäle aber auch bereits vor Verbindung der Bleche in diese eingebracht sein. Je nach Bauform werden die ebenen Blechpakte vor dem Aufweiten auch zu zylindrischen oder konischen Wärmetauscherelementen umgeformt.

Die zum Einsatz gelangenden Bleche können vollkommen eben oder durch Sicken und Falze vorgeformt sein. Ebenso ist es bekannt, kreis- bzw. schlitzförmige Öffnungen in einem der Bleche vorzusehen für die Herstellung einer so genannten Loch- oder Schlitzschweißung. Auch die Dicke der miteinander zu verschweißenden Bleche kann variieren.

Bei den heute üblichen Bauarten der Wärmetauscherelemente kommen die bekannten Schweißverfahren zur Anwendung, um die Bleche untereinander zu verbinden. Dies sind die Widerstandsschweißung als Punkt- und/oder Rollnahmenschweißung, das Wolfram-Inertgas-Verfahren (WIG-Schweißverfahren) sowie das Plasma- oder Laserschweißverfahren.

Bei diesen Schweißverfahren erfolgt eine Anschmelzung des Blechwerkstoffs in offener Umgebungsatmosphäre oder unter einem mehr oder weniger kontrollierbaren Schutzgasschleier, z. B. aus Argon. Folglich kommen Bleche aus nichtrostenden Stählen und Stahllegierungen zum Einsatz, die mit den zuvor genannten Schweißverfahren verarbeitet werden können.

Die bekannten Wärmetauscherelemente haben sich grundsätzlich bewährt.

Das Einsatzgebiet der bekannten Wärmetauscherelemente ist jedoch durch die jeweils vorliegenden Umgebungsbedingungen und Betriebsparameter begrenzt. Die

Wärmetauscherelemente aus den mit den genannten Verfahren schweißbaren metallischen Werkstoffen stoßen insbesondere beim Einsatz in einer aggressiven sauren Umgebung an ihre Grenzen.

5 Der Erfindung liegt daher ausgehend vom Stand der Technik die Aufgabe zugrunde, ein Wärmetauscherelement für den Einsatz in einer aggressiven Umgebung zu schaffen und ein Verfahren zu dessen Fertigung aufzuzeigen.

Die Lösung des gegenständlichen Teils dieser Aufgabe 10 besteht nach der Erfindung in einem Wärmetauscherelement gemäß Anspruch 1.

Kerngedanke der Erfindung bildet die Maßnahme, Bleche aus einem reaktiven Metall für die Herstellung des Wärmetauscherelements einzusetzen. Hierunter werden insbesondere solche Metalle aus der fünften Nebengruppe des Periodensystems der chemischen Elemente verstanden, wie Tantal oder Niob. Diese Metalle zeichnen sich durch ihre hohe chemische Beständigkeit sowie ihre hohen Schmelztemperaturen aus. Aufgrund der Tatsache, dass diese Metalle unter Temperatureinfluss Sauerstoff und Stickstoff aufnehmen, werden sie auch als reaktive Metalle bezeichnet. Diese Werkstoffe sind daher für eine konventionelle Schweißung nicht geeignet, da sie infolge der Aufnahme von Spuren von Sauerstoff und Stickstoff aus der umgebenden Atmosphäre in der schmelzflüssigen Phase der Schweißung sowie im Grundwerkstoff im Wärmeeinflussbereich irreversibel versprüden. Erfindungsgemäß wird die irreversible Versprödung des Werkstoffs durch die Aufnahme von Sauerstoff und/oder Stickstoff beim Schweißvorgang dadurch vermieden, dass die Bleche mittels Elektronenstrahlenschweißung unter Vakuum gefügt werden.

Die Erfindung schafft ein Wärmetauscherelement (Thermoblech), welches für den Einsatz in einer äußerst aggressiven Umgebung geeignet ist. Gegenüber konventionellen Röhrenapparaten weist das Wärmetauscherelement prozesstechnische Vorteile auf. Auch die flächenspezifischen Herstellkosten sind im Vergleich zu Röhrenapparaten geringer.

Als besonders vorteilhaft werden Wärmetauscherelemente angesehen, deren Bleche aus Tantal (Anspruch 2) oder aus einer Tantal-Wolfram-Legierung (Anspruch 3) bestehen. Tantal ist gegen nahezu alle Säuren und deren Gemische in weiten Konzentrationsbereichen auch bei höheren Temperaturen beständig, so beispielsweise gegen Phosphorsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Schwefel- und Essigsäure. Ebenfalls greifen Chlorgas und Brom sowohl in feuchtem als auch in trockenem Zustand Tantal zumindest bis zu einer Temperatur von 250°C nicht an.

Auch Niob ist ein in Säuren nicht lösliches Metall und daher für den Einsatz bestens geeignet, wie dies Anspruch 4 vorsieht.

Ferner verspricht eine Tantal-Niob-Legierung für die Praxis große Vorteile (Anspruch 5).

Der verfahrensmäßige Teil der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe wird durch Anspruch 6 gelöst. Da reaktive Metalle wie Tantal, Tantal-Wolfram-Legierungen, Niob und Tantal-Niob-Legierungen mit den üblichen Schmelzschweißverfahren wegen der Versprödung im Wärmeeinflussbereich nicht mit der für den erfindungsgemäß angestrebten Zweck erforderlichen Qualität schweißbar sind, werden die Bleche in einer hermetisch abgeschlossenen Kammer unter Vakuum mittels Elektronenstrahl partiell miteinander verschweißt. Anschließend kann dieses so hergestellte Zwischenprodukt in konventioneller Art zum Wärmetauscherelement weiter verarbeitet werden. In der Kammer, die vorzugsweise unter Hochvakuum mit Druckverhältnissen zwischen 10^{-4} und 10^{-1} Pa steht, erfolgt die schweißtechnische Verbindung zweier oder mehrerer Bleche miteinander zu einem Blechpaket unter Ausschluss jeg-

licher schädlicher Einflüsse durch Fremdgase.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 in perspektivischer Darstellungsweise einen Ausschnitt aus einem Wärmetauscherelement;

Fig. 2 ein Wärmetauscherelement in der Ansicht;

Fig. 3 in perspektivischer Darstellungsweise einen Ausschnitt aus einer zweiten Ausführungsform eines Wärmetauscherelements

Fig. 4 ein solches Wärmetauscherelement in der Ansicht.

Die Fig. 1 zeigt schematisch stark vereinfacht einen Ausschnitt aus einem Wärmetauscherelement, einem sogenannten Thermoblech 1. Eine Ansicht auf das Thermoblech 1 gibt Fig. 2 wieder. Solche Thermobleche 1 kommen zum Wärmeaustausch in unterschiedlichsten industriellen Prozessen zur Anwendung.

Das Thermoblech 1 umfasst im wesentlichen zwei aufeinander gefügte Bleche 2, 3, zwischen denen Strömungskanäle 4 zum Durchfluss eines Wärmetauschermediums ausgebildet sind.

Die beiden Bleche 2 bzw. 3 bestehen aus einem reaktiven Metall, insbesondere Tantal, einer Tantal-Wolfram-Legierung, Niob oder einer Tantal-Niob-Legierung. Wegen der hohen chemischen Beständigkeit dieser Metalle ist das Thermoblech 1 geeignet für den Einsatz in einer aggressiven sauren Prozessumgebung. Die genannten Metalle nehmen jedoch unter Temperaturreinfluss Sauerstoff und Stickstoff auf und würden daher im Wärmeeinflussbereich einer Schweißung versprüden. Dies wird erfahrungsgemäß dadurch vermieden, dass die beiden Bleche 2, 3 in einer hier nicht dargestellten hermetisch abgeschlossenen Kammer unter Vakuum mittels Elektronenstrahlen partiell miteinander verschweißt werden. Auf diese Weise erfolgt die fügetechnische Verbindung unter Ausschluss jeglicher schädlicher Einflüsse durch Fremdgase. Die beiden Bleche 2, 3 werden ohne nachteilige Versprödungsvorgänge in den Verbindungsbereichen 5 miteinander verschweißt. Die Schweißnähte 6 sind in der Fig. 1 technisch vereinfacht durch eine Strichliniendarstellung angedeutet. Anhand der Fig. 2 wird deutlich, dass die beiden Bleche 2, 3 durch eine Randschweißung 7 entlang ihrer äußeren Ränder 8, 9 verschweißt sind.

Auch wenn hier nur zwei Bleche 2 bzw. 3 dargestellt sind, können grundsätzlich auch mehrere Bleche zu einem Blechpaket übereinander in einem Arbeitsvorgang gefügt werden.

Nach der schweißtechnischen Verbindung werden in einem weiteren Fertigungsschritt die Strömungskanäle 4 durch eine gezielte Druckbeaufschlagung der Bereiche zwischen den Schweißnähten 6 aufgeweitet. Vor dem Aufweitvorgang kann ein Blechpaket auch zu einem zylindrisch oder konischen Körper umgeformt werden. Im Zuge der Endfertigung werden die Strömungskanäle 4 mit seitlichen Anschlüssen 10, 11 für die Zu- bzw. Abführung eines Prozessmediums ausgerüstet.

Die Kanalhöhe und der Kanalquerschnitt der Strömungskanäle 4 kann grundsätzlich den Anforderungen nach Durchsatzmenge und Betriebsdruck angepasst werden.

Gegenüber der Ausführungsform eines Thermoblechs 1 mit definierter Kanalführung zeigen die Fig. 3 und 4 ein Thermoblech 12 mit einem punktförmigen Schweißmuster.

Das Thermoblech 12 ist ebenfalls aus zwei aufeinander gefügten Blechen 13, 14 aus einem reaktiven Metall gebildet. Wie vorstehend bereits ausgeführt, kommen insbesondere Bleche 13, 14 aus Tantal, einer Tantal-Wolfram-Legierung, Niob oder einer Tantal-Niob-Legierung zur Anwendung. Die Bleche 13, 14 werden in einem Elektronenstrahlenschweißvorgang unter Vakuum mit über die Fläche verteilt-

ten Schweißpunkten 15 zusammengefügt. Anschließend werden die Ränder 16, 17 des Blechpaketes durch eine kontinuierliche Schweißnaht 18 dicht verschlossen. Der Abstand zwischen den einzelnen Schweißpunkten 15 ebenso wie die Wanddicken der Bleche 13, 14 werden entsprechend den Anforderungen an Durchsatzmenge, zulässigem Betriebsüberdruck und Druckabfall bestimmt.

Der Raum zwischen den einzelnen Blechen 13, 14 wird durch Einpressen eines Mediums dauerhaft aufgeweitet. Hierdurch erhält das Thermoblech 12 eine kissenförmige Oberflächenstruktur mit etwa elliptischen Strömungskanälen 19. Dies bewirkt eine permanent turbulente Strömung ohne Strömungsschatten. Hierdurch können sehr gute Wärmeübertragungseigenschaften erzielt werden.

Die für die Zu- bzw. Abfuhr eines Prozessmediums notwendigen Anschlüsse 20, 21 sind stumpf auf das Thermoblech 12 gesetzt.

Wegen der hohen chemischen Beständigkeit des Thermoblechs 12 ist dieses besonders geeignet für den Einsatz in Wärmetauscherprozessen, bei denen aggressive Kühl- oder Wärmemedien wie Phosphorsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Schwefel- oder Essigsäure beteiligt sind. Weitere Beispiele von aggressiven Prozessmedien, gegenüber denen das Thermoblech 12 resistent ist, sind Chlorgas und Brom.

Bezugszeichenaufstellung

- 1 Thermoblech
- 2 Blech
- 3 Blech
- 4 Strömungskanal
- 5 Verbindungsbereich
- 6 Schweißnaht
- 7 Randschweißung
- 8 Rand
- 9 Rand
- 10 Anschluss
- 11 Anschluss
- 12 Thermoblech
- 13 Blech
- 14 Blech
- 15 Schweißpunkt
- 16 Rand
- 17 Rand
- 18 Schweißnaht
- 19 Strömungskanal
- 20 Anschluss
- 21 Anschluss

Patentansprüche

1. Wärmetauscherelement, welches wenigstens zwei aufeinander gefügte Bleche (2, 3; 13, 14) umfasst, wobei zwischen den Blechen (2, 3; 13, 14) Strömungskanäle (4; 19) zum Durchfluss eines Wärmetauschermediums ausgebildet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Bleche (2, 3; 13, 14) aus einem reaktiven Metall, d. h. einem Metall aus der fünften Nebengruppe des Periodensystems der chemischen Elemente, bestehen und mittels Elektronenstrahlenschweißung unter Vakuum gefügt sind.
2. Wärmetauscherelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bleche (2, 3; 13, 14) aus Tantal bestehen.
3. Wärmetauscherelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bleche (2, 3; 13, 14) aus einer Tantal-Wolfram-Legierung bestehen.
4. Wärmetauscherelement nach Anspruch 1, dadurch

gekennzeichnet, dass die Bleche (2, 3; 13, 14) aus Niob bestehen.

5. Wärmetauscherelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bleche (2, 3; 13, 14) aus einer Tantal-Niob-Legierung bestehen.

6. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauscherelements gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Bleche (2, 3; 13, 14) in einer hermetisch abgeschlossenen Kammer unter Vakuum mittels Elektronenstrahl partiell miteinander verschweißt werden und dieses Zwischenprodukt anschließend zum Wärmetauscherelement weiterverarbeitet wird.

5

10

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

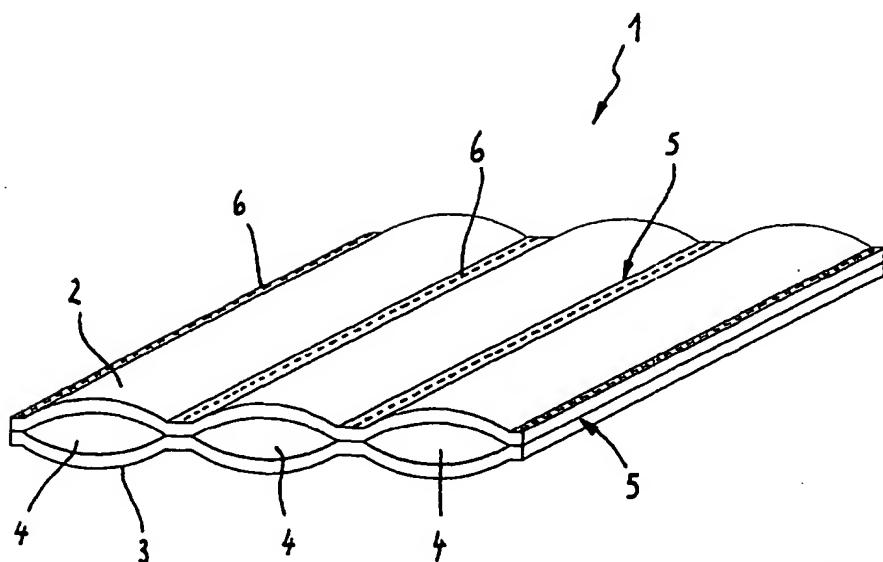


Fig. 1

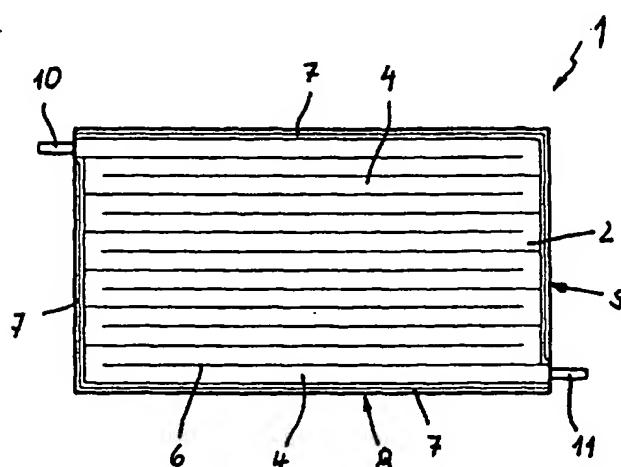


Fig. 2

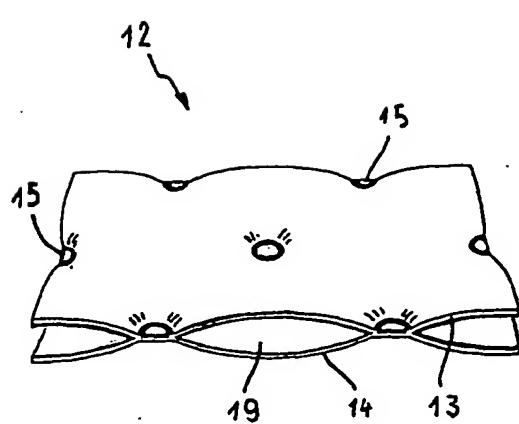


Fig. 3

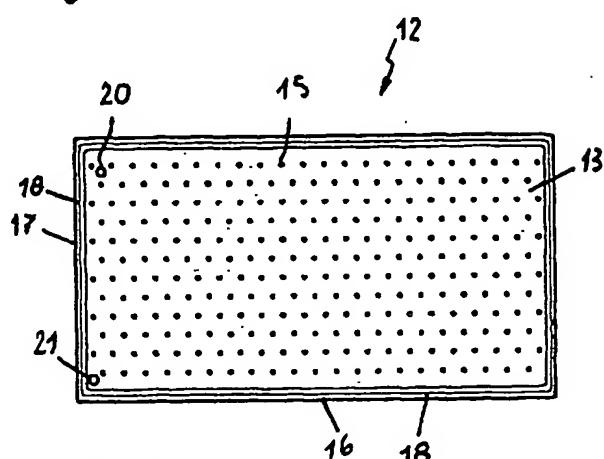


Fig. 4